ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿನ

ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು: ವಿಶ್ವವು ತನ್ನನ್ನು ಹೇಗೆ ಅನಾವರಣಗೊಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ

ಆನಂದ್ ನಾರಾಯಣನ್

ಅನ್ಯಲೋಕಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದರಿಂದ ಹಿಡಿದು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ, ಅವುಗಳ ವಿಕಾಸ ಮತ್ತು ನಮ್ಮ ಅರಿವಿಗೂ ಮೀರಿದ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಕಗ್ಗತ್ತಲ ವಾಸ್ತವ, ಇತ್ಯಾದಿ ಅನೇಕ ರಹಸ್ಯಗಳನ್ನು ತೆರೆದು ತೋರಿಸಲು ವಿಶಾಲ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು (cosmic interactions) ಚಿನ್ನದ ಕೀಲಿಕೈನಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಾ ಬಂದಿವೆ. ಈ ಲೇಖನವು ಹಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳ ಮೂಲಕ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಣ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಜಗತ್ತನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನಮಗಿರುವ ಹಂಬಲವನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಹೇಗೆ ತಣಿಸುತ್ತಾ ಬಂದಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸುತ್ತದೆ.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವೆಂಬುದು ಒಂದು ನಿರ್ಜನ ಪ್ರದೇಶ. ಇಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ, ಬಹುತೇಕ ಕೇವಲ ಶೂನ್ಯತೆಯಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿರಿ.

ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಒಂದು ವಿಸ್ತಾರಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ಗೋಲದ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿ ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ. ಈ ಕಲ್ಪನಾ ಗೋಳವು ತನ್ನ **ನಿಕಟತಮ** ನಕ್ಷತ್ರದೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬರಬೇಕಾದರೆ ೩೮,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ತ್ರಿಜ್ಯದವರೆಗೆ ಬೆಳೆಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಗೋಲವು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯತೊಡಗಿದರೂ ಅದಕ್ಕೆ ಕನಿಷ್ಠ ನಾಲ್ಕು ವರ್ಷಗಳಾದರೂ ಬೇಕು!

ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಭೌತದ್ರವ್ಯವು ಬಹಳ ಚದುರಿದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವುದು. ಅಂತರತಾರಾ (ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವಿನ ಸ್ಥಳಾವಕಾಶ) ಭೌತದ್ರವ್ಯವು ಸುತ್ತಮುತ್ತಲು ಎಷ್ಟೊಂದು ಚದುರಿರುತ್ತದೆ ಎಂದರೆ ಸರಾಸರಿ ಒಂದು ಕ್ಯೂಬಿಕ್ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಬ್ಬಬ್ಬ ಎಂದರೆ ಅದರ ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಇರಬಹುದು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ನಾವು ಸೃಷ್ಟಿಸಬಹುದಾದ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ನಿರ್ವಾತಕ್ಕಿಂತಲೂ ಇದು ಸಾವಿರಪಟ್ಟು ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ನಿಬ್ಬೆರಗುಗೊಳಿಸುವಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಸಂಖ್ಯಾ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೆ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವೂ ಮತ್ತೊಂದರಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿರುವ ಒಂದು ಪ್ರಶಾಂತ ಜಗತ್ತು ಎಂದು ಚಿಂತಿಸುವುದು ಸುಲಭ.

ಕುತೂಹಲಕರ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು ಬಹಳ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಸ್ಥಳವಲ್ಲದಿರಬಹುದಾದರೂ ಅದು ಬಲು ನಿಶ್ಚಲ,ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಸ್ಥಳವೂ ಅಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಶೂನ್ಯಾವಕಾಶವೆನಿಸುವಲ್ಲಿಯೂ ಅನೇಕಾನೇಕ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು (interactions), ಆಗಾಗ್ಗೆ ಮಹತ್ವವೆನಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ನಡೆಯುತ್ತವೆ.

ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಹಲವು ಬಲಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಒಂದು ಸರ್ವವ್ಯಾಪಿಯಾದ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಈ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೂ ಇದೆ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲೂ ಇದೆ. ಈ ಬಲವು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆ, ಅಂದರೆ ಅವು ಕಣಗಳಾಗಿರಬಹುದು, ಜನರಿರಬಹುದು ಅಥವ ಗ್ರಹಗಳಾಗಿರಬಹುದು – ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಈ ಬಲದ ಅನುಭವ ಆಗಬೇಕಾದರೆ ಅವು ಪರಸ್ಪರ ಭೌತಿಕ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬರಲೇಬೇಕೆಂದಿಲ್ಲ. ಈ ಬಲವು ಅತ್ಯಗಾಧ ದೂರಗಳಿಂದ ಕೂಡ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲವಾಗಬಲ್ಲದು. ಈ ಬಲ ಯಾವುದು ಎಂಬುದನ್ನು ನೀವು ಇಷ್ಟರಲ್ಲಾಗಲೇ ಊಹಿಸಿರಬಹುದು, ನಾವು ಮಾತನಾಡುತ್ತಿರುವುದು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿರುವ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲಭೂತ ಬಲಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಎಂದು ನೀವು ಸರಿಯಾಗಿಯೇ ಊಹಿಸಿರುವಿರಿ. (**ಬಾಕ್ಸ್** 1 ಗಮನಿಸಿ).

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಮಗೆ ಅಷ್ಟೇನೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಗೋಚರವಾಗುವಂಥವುಗಳಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಅವುಗಳು ನಡೆಯುವುದು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ನಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗದ ಗಹನಾಂತರಾಳದಲ್ಲಿ; ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, ಅವುಗಳು ಜರುಗಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯವು, ನಾವು ನಂತರ ನೋಡುವಂತೆ, ಸೆಕೆಂಡು, ನಿಮಿಷ, ಗಂಟೆಗಳು ಅಥವಾ ಕೆಲವು ದಿನಗಳ ಲೆಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ.

ಈ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಎಷ್ಟು ನಿಧಾನವಾಗಿರುತ್ತವೆಯೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ನೋಡುವುದಕ್ಕೆ ಮನುಷ್ಯರ ಹಲವು ತಲೆಮಾರುಗಳೇ ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ. ಆದರೂ ಈ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಗಾಧ ಶ್ರಮವಹಿಸಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಹೀಗೆ ಶ್ರಮಪಟ್ಟಿರುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳು ಅತ್ಯಾಕರ್ಷಕ ಎಂಬ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಮಾತ್ರ ಅಲ್ಲ, ಬದಲಿಗೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡ ಯಾವ ರೀತಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಅತ್ಯಮೂಲ್ಯವಾದ ಒಳನೋಟ ಸಿಗುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಕಾರಣಕ್ಕೆ. ಖಗೋಳೀಯವಾಗಿ ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣದರಿಂದ ಹಿಡಿದು ಅತ್ಯಂತ ಬೃಹತ್ತಾದ, ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪದಿಂದ ಹಿಡಿದು ಅತ್ಯಂತ ದೂರದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಭೌತಿಕ ಪ್ರಮಾಣಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಕೆಲವು ಚಿತ್ರಣಗಳನ್ನು ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಮುಂದಿರಿಸಲಾಗಿದೆ.

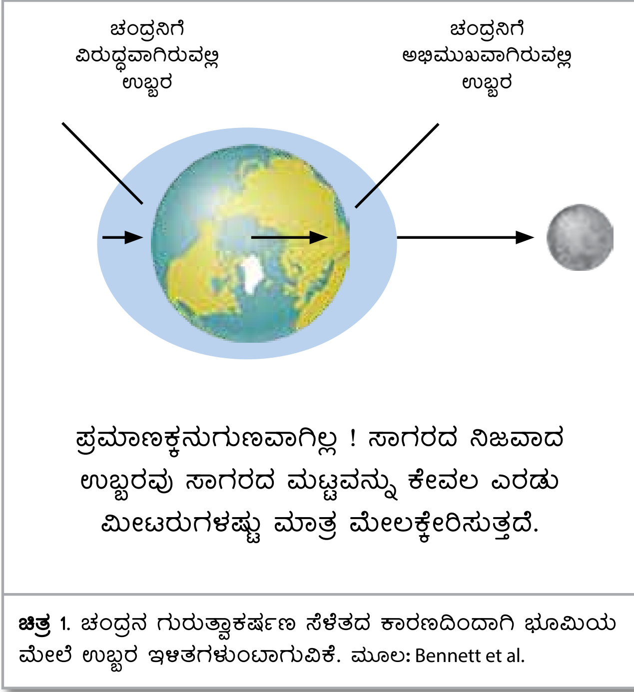
ಬಾಕ್ಸ್ 1. ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಿಸರ್ಗದ ಬಲಗಳನ್ನು ನಾಲ್ಕು ಮೂಲಭೂತ ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇವು ಯಾವುವೆಂದರೆ, 1. ಕ್ಷೀಣ ಬಲ, 2. ತೀಕ್ಷ್ಣ ಬಲ 3. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲ ಮತ್ತು 4. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ. ಇವುಗಳ ಪೈಕಿ ಕ್ಷೀಣ ಮತ್ತು ತೀಕ್ಷ್ಣ ಬಲಗಳನ್ನು ಪರಮಾಣು ಗಾತ್ರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವಾಗ ಮಾತ್ರ ಪರಿಗಣಿಸುತ್ತೇವೆ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ (ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲ) ಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ವಿಶಾಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಬಹಳ ಸಮೀಪದಿಂದ ಬಹು ದೂರದವರೆಗೆ ಮತ್ತು ಎಲ್ಲ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ನಡುವೆ – ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಹಿಡಿದು ಬೃಹತ್ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ತನಕ ಹರಡಿರುತ್ತದೆ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಈ ಗುಣಲಕ್ಷಣವು ಅದನ್ನು ನಮ್ಮ ಭೌತಿಕ ವಿಶ್ವದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಮತ್ತು ಅದರ ವಿಕಾಸಪಥವನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವ ಪ್ರಮುಖ ಬಲವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿದೆ. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಬಹಳ ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಮಗೆ ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತವೆ.

ನಾಲ್ಕು ಮೂಲಭೂತ ಬಲಗಳ ಕಿರು ವಿವರಣೆಗಾಗಿ ಈ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣಗಳಿಗೆ ಭೇಟಿ ಕೊಡಿ: http://www.quirkyscience.com/four-fundamental-forces/, ಅಥವಾ http://shasthram.com/youngscientist/fundamental-forces-of-nature.

ನಮ್ಮ ನೆರೆಹೊರೆಯ ಒಳಗೇ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

ಸರಳವಾದ ಮತ್ತು ನಮಗೆ ಪರಿಚಿತವಾದ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯೊಂದಿಗೆ ಆರಂಭಿಸೋಣ.

ಸುಮಾರು 400,000 ಕಿಲೋ ಮೀಟರ್‌ಗಿಂತಲೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಚಂದ್ರ ನಮ್ಮ ನೆಲೆಯಿಂದ ಅಷ್ಟೇನೂ ದೂರದಲ್ಲಿರದ ಒಂದು ಸ್ಥಳ. ನಮಗೆ ಪರಿಚಿತವಾಗಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಆಕಾಶ ಕಾಯಗಳ ಪೈಕಿ ಚಂದ್ರ (ಸೂರ್ಯನೊಂದಿಗೆ) ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಜೀವರಾಶಿಯೊಂದಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದಾನೆ. ಕರಾವಳಿ ತೀರದಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುವ ಜನರಿಗೆ ದಿನಕ್ಕೆ ಎರಡು ಬಾರಿ ಸಾಗರದಲೆಗಳ ಉಬ್ಬರ ಹೇಗೆ



ಚಿತ್ರ 1. ಚಂದ್ರನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸೆಳೆತದ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಉಬ್ಬರ ಇಳಿತಗಳುಂಟಾಗುವಿಕೆ. ಮೂಲ: Bennett et al.

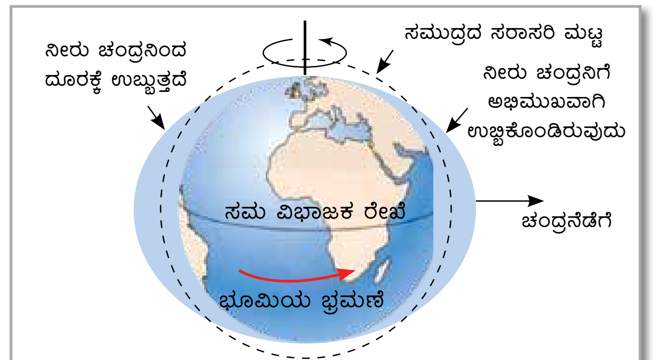
ಪ್ರಬಲವಾಗುವುದು ಎಂಬುದು ತಿಳಿದೇ ಇದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಪ್ರತಿ ತಿಂಗಳ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಯ ರಾತ್ರಿಯಂದು ಉಬ್ಬರದ ಅಲೆಗಳು ಇನ್ನೂ ಘೋರ್ಗರೆಯುತ್ತವೆ. ಸ್ವಾರಸ್ಯದ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಅಲೆಗಳ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಕ್ಕೂ ಸಾಗರದ ಅಂತರಾಳದಲ್ಲಿರುವ ಯಾವುದಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಚಂದ್ರ ಬಿಂಬದ ಕೆಲವು ಹಂತಗಳಿಗೆ (phases of the moon) ಸರಿ ಹೊಂದುವಂತೆ ಸಾಗರದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಭರತವಿಳಿತಗಳು ಆಗುವುದರಿಂದ ಭೂಮಿಯೊಡನೆ ಚಂದ್ರನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿಯೇ ಈ ಭರತವಿಳಿತಗಳು ಆಗುತ್ತಿವೆ ಎಂಬುದು ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ** 1 ನ್ನು ಗಮನಿಸಿ). ಈ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುವುದು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದ.

ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿರುವ ಭೂಮಿಯ ಭಾಗದ ಮೇಲಿನ ಸಾಗರದ ನೀರು ಚಂದ್ರನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಸೆಳೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದರಿಂದಾಗಿ ಸಾಗರದ ನೀರು ಹೊರಕ್ಕೆ ಉಬ್ಬುತ್ತದೆ (tidal bulge). ಆದರೆ ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಈ ನೀರನ್ನು ಮತ್ತೆ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದರಿಂದಾಗಿ ಈ ನೀರು ಮತ್ತೆ ಎತ್ತರದ ಅಲೆಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬಂದು ದಡಕ್ಕೆ ಅಪ್ಪಳಿಸುವಂತಾಗುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ಆಸಕ್ತಿಕರ ವಿಚಾರವಿದೆ. ಅದೇನೆಂದರೆ, ಇಂತಹುದೇ ಇನ್ನೊಂದು ಉಬ್ಬು ಚಂದ್ರನಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಇರುವ ಭೂಮಿಯ ಭಾಗದಲ್ಲೂ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಸಮೀಪವಿರುವ ಬದಿಯಂತಲ್ಲದೆ, ಜಡತ್ವದ (Inertia) ಕಾರಣದಿಂದ ಈ ಉಬ್ಬು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ನೀರು ಘನವಸ್ತುಗಳ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸದೇ ಮಂದಗತಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ಬಟ್ಟಲೊಡನೆ ನೀವು ಆಟ ಆಡಿದ್ದರೆ ಇದು ನಿಮ್ಮ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದಿರಬಹುದು. ನೀವು ನೀರು ತುಂಬಿದ ಬಟ್ಟಲನ್ನು ಅಲ್ಲಾಡಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ನೀರು ಅಲ್ಲೇ ನಿಲ್ಲುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಯು ಚಂದ್ರನೆಡೆಗೆ ಸೆಳೆತ ಅನುಭವಿಸುತ್ತಾ ಇರುವಾಗ, ಸಾಗರದ ನೀರು ತಾನು ಇರುವಲ್ಲೆ ನಿಲ್ಲುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ (ಅಂದರೆ ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರದ ಭೂಮಿಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ) ನಮಗೆ ಅಲೆಯ ಉಬ್ಬು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಭೂಮಿಯ ಭ್ರಮಣೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಸಾಗರದ ಈ ಎರಡು ಉಬ್ಬರಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಎಲ್ಲಾ ಭೌಗೋಳಿಕಾ ಸ್ಥಾನಗಳು, ಒಂದು ಹಗಲು-ರಾತ್ರಿಯ ಆವರ್ತದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಾರಿ ಅನುಭವಿಸುತ್ತವೆ. (**ಚಿತ್ರ** 2ನ್ನು ಗಮನಿಸಿ). ಹಾಗಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕರಾವಳಿಯೂ 24 ಗಂಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಾರಿ ಸಾಗರದ ಉಬ್ಬರಕ್ಕೆ ಈಡಾಗುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲಾ ಕರಾವಳಿಯಲ್ಲೂ ಅಲೆಗಳ ರಭಸ ಒಂದೇ ತೆರನಾಗಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಉಬ್ಬರವಿಳಿತದ ರಭಸವು ಕರಾವಳಿ ತೀರದ ಆಕಾರ, ಗಾಳಿಯ ವೇಗ, ಸಾಗರದ ಪ್ರವಾಹ ಮತ್ತು ಇತರ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ಥಳೀಯ ಕಾರಣಗಳನ್ನೂ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಅಲೆಗಳ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಕ್ಕೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಮುಖವಾದ ಕಾರಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ವಿವರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನವನ್ನು ನಾವಿಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ್ದೇವೆ.

ಭೂಮಿಯೊಂದಿಗೆ ನಡೆಯುವ ಸೂರ್ಯನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ? ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಸಾಗರದ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳ ಮೇಲೆ ಅದು ಏನಾದರೂ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆಯೆ? ವಾಸವವಾಗಿ ಸಾಗರದ



ಚಿತ್ರ 2. ಭೂಮಿಯ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲಿನ ಭ್ರಮಣೆಯು ಸಾಗರದ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತವು ಭೂಮಿಯ ಎಲ್ಲಾ ಕಡೆ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಬಾಕ್ಸ್ 2. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲಗಳು ಯಾವಾಗಲು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣೆಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಎರಡು ಅಥವಾ ಎರಡಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಅಂತರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಗಣಿತೀಯವಾಗಿ ಹೀಗೆ ಹೇಳಬಹುದು:

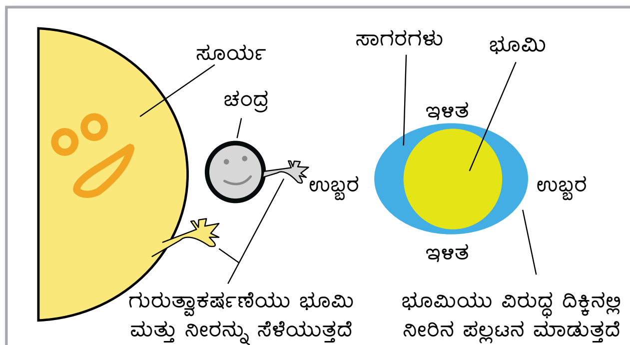
$$F = G\,M\,m/r^2$$

ಇಲ್ಲಿ **M** ಮತ್ತು **m**, ಎಂದರೆ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳು ಮತ್ತು **r** ಎಂದರೆ ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಅಂತರ. G ಯು ಒಂದು ಸ್ಥಿರಾಂಕ, ಇದನ್ನು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಮೀಕರಣದಿಂದಾಗಿ ನಮಗೆ ಅರ್ಥವಾಗುವ ಅಂಶ ಏನೆಂದರೆ, ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಣ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಅಂತರವು ಜಾಸ್ತಿಯಾದಷ್ಟೂ ಕ್ಷೀಣವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ವಸ್ತುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕಿರಿದಾದಷ್ಟೂ (ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಪರಮಾಣುಗಳು), ಅವುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ತೀರ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದರೂ ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಕೂಡ ಕ್ಷೀಣವಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮಾಡಬಹುದಾದ ಚಟುವಟಿಕೆ: **M** ಮತ್ತು **m** ಅನ್ನು ನಿಗದಿತ ಮೌಲ್ಯಗಳಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು, ಮತ್ತು G = 1, ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿರಿ, ಈ ಎರಡು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ನಡುವಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಅಂತರವು ಹೆಚ್ಚಾದಷ್ಟೂ ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗ್ರಾಫ್ ಮೂಲಕ ತೋರಿಸಲು ತಿಳಿಸಿ. ಇದನ್ನು ಎಕ್ಸೆಲ್ ಶೀಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಮಾಡಬಹುದು.

ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಸೂರ್ಯನ ಪಾತ್ರ ಕಡಿಮೆ. ಚಂದ್ರನಿಗಿಂತ ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಲೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೂ, ಸೂರ್ಯನು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಚಂದ್ರನಿಗಿಂತ ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರುವುದರಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಅದರ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸೆಳೆತ ಚಂದ್ರನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಸೆಳೆತದ ಮೂರನೇ ಒಂದು ಭಾಗ (1/3) ದಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಇದೆ. (**ಬಾಕ್ಸ್ 2** ಅನ್ನು ಗಮನಿಸಿ).

ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರರು ಭೂಮಿಯ ಒಂದೇ ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳು ಅತ್ಯಂತ ತೀವ್ರವಾಗಿರುತ್ತವೆ (**ಚಿತ್ರ 3** ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ). ಇದು ಏಕೆಂದರೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರ ಇಬ್ಬರ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಪ್ರತಿ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಯ ದಿನ ನಡೆಯುತ್ತದೆ; ಹಾಗಾಗಿ, ವರ್ಷದ ಇಂಥ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸಮುದ್ರದ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳು ಗರಿಷ್ಠ ತೀವ್ರತೆಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 3. ಅತಿ ತೀವ್ರ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳು ಚಂದ್ರನ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಯ ಹಂತದಲ್ಲಿ, ಅಂದರೆ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರ ಇಬ್ಬರೂ ಭೂಮಿಯ ಒಂದೇ ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ನಡೆಯುತ್ತವೆ

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಸಾಗರಗಳ ಮೇಲೆ ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯನ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನೆಬ್ರಾಸ್ಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಪ್ರಕಟಿಸಿರುವ ಈ ಅಂತರ–ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ವೀಡಿಯೋ ಚಿತ್ರಣ ನೋಡಿ. http://astro.unl.edu/classaction/animations/lunarcycles/tidesim.html.

ಅನ್ಯ ಗ್ರಹಗಳ ಹುಡುಕಾಟದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ನೆರವಾಗುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

ಹತ್ತಿರದ ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಬೇರೊಂದು ಭೌತೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಇನ್ನೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯ ಕಡೆಗೆ ನಮ್ಮ ಗಮನ ಹರಿಸೋಣ. ಇಲ್ಲಿನ ಖಭೌತಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆಯಿಂದ ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದಾಚೆಗಿನ ಜಗತ್ತಿನ ಬಗೆಗೆ ನಮಗೆ ಅಚ್ಚರಿಯ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿವೆ. ಇಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಕೆಲವು ಭೂಮಿಯಂತಿದ್ದರೆ ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಅತ್ಯಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿವೆ.

ಮಾನವ ಕುಲವನ್ನು ಕಾಡಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಕುತೂಹಲಭರಿತ ಪ್ರಶ್ನೆಯೆಂದರೆ ಈ ಬ್ರಹಾಂಡದಲ್ಲಿ ನಾವು ಒಂಟಿಯಾಗಿದ್ದೇವೆಯೇ? ಎಂಬುದು. ಭೂಗ್ರಹದ ಆಚೆಗೂ ಜೀವಜಗತ್ತು ಹುಟ್ಟಿ, ವಿಕಸಿಸಬಲ್ಲದೇ? ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದಾಚೆಗೂ ಜೀವಿಗಳಿಂದ ತುಂಬಿದ ಜಗತ್ತುಗಳು ಇರಬಹುದೇ? ಮಾನವರು ಅನೇಕ ತಲೆಮಾರುಗಳಿಂದ ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಊಹೆ ಮತ್ತು ತರ್ಕಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಕಳೆದ ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಷ್ಟೆ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸಲು ಶಕ್ತವಾಗುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಯತ್ನಗಳನ್ನು ನಾವು ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದೇವೆ.

ಭೂಮಿಯ ಆಚೆಗೆ ಯಾವುದೇ ಜೀವಜಗತ್ತು ಇರುವ ಬಗ್ಗೆ ಅಥವಾ ಇಲ್ಲದಿರುವ ಬಗ್ಗೆ ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಇಂದು ಯಾವುದೇ ಬಲವಾದ ಪುರಾವೆ ಇಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಜೀವಿಗಳು ಬದುಕಲು ಅನುಕೂಲಕರವಾದ ಪರಿಸರವಿದೆಯೇ ಎಂದು ಹುಡುಕುವುದು ಜೀವಿಗಳ ಇರುವಿಕೆಗೆ ಮೊದಲನೆಯ ಸೂಚನೆ ಆಗಬಹುದು ಎಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮನಗಂಡಿದ್ದಾರೆ. ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಜೀವಜಗತ್ತು ಹುಟ್ಟಿ, ಉಳಿದು ಬೆಳೆಯಬೇಕಾದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಆ ಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಹಿತಕರ ಪರಿಸರ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ, ಅದೇನೆಂದರೆ, ದಟ್ಟ ವಾತಾವರಣ, ದ್ರವರೂಪದ ನೀರು ಮತ್ತು ನಿರಂತರ ಶಕ್ತಿಯ ಆಕರವಾಗಿ ನಕ್ಷತ್ರಮೂಲದ ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆ. ಈ ಪೂರ್ವಾಪೇಕ್ಷಿತ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿರುವ ಪ್ರಸ್ತುತದ ಅನ್ಯ ಜೀವಜಗತ್ತಿನ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ಗ್ರಹಗಳ ಹುಡುಕಾಟದತ್ತ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿದೆ.

ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು [ಅಂದರೆ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಆಚೆಗಿರುವ ಗ್ರಹಗಳು; ಇವನ್ನು ಬಹಿರ್ಗ್ರಹಗಳು(exoplanets) ಎಂದೂ ಕರೆಯುವರು] ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವುದು ತುಂಬ ಸಾಹಸದ ಕಾರ್ಯ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪ ಎನ್ನಬಹುದಾದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಕೂಡಾ ನಮ್ಮಿಂದ ಹಲವಾರು ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷದಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿವೆ. (ಬೆಳಕು ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸುವ ದೂರವನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಬೆಳಕು ಖಾಲಿ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೩೦೦,೦೦೦ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿರುವಾಗ ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷ ಎಂದರೆ ಎಷ್ಟು ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರ ಇರಬಹುದು ಎಂದು ನಾವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಬಹುದು). ಇಷ್ಟು ಅಂತರದಲ್ಲಿ ದೂರದರ್ಶಕ (ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್) ಗಳ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದಾಗ ಕೂಡ ನಮಗೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಪುಟ್ಟ ಚುಕ್ಕಿಗಳ ತರಹವೇ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ, ಅವುಗಳ ಗ್ರಹಗಳು ಇನ್ನೂ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ ಎಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗಿಂತ ಹಲವು ನೂರು ಪಟ್ಟಿನಿಂದ ಹಿಡಿದು ಹಲವು ಸಾವಿರ ಪಟ್ಟು ಸಣ್ಣದಿರುತ್ತವೆ. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರವು ಒಂದು ಗ್ರಹಕ್ಕಿಂತ ಶತಕೋಟಿ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅರ್ಥ ಏನೆಂದರೆ, ನಾವು ಒಂದು ದೂರದ ನಕ್ಷತ್ರ–ಗ್ರಹ ಮಂಡಲವನ್ನು ನೋಡುವಾಗ, ನಮಗೆ ನಕ್ಷತ್ರದಿಂದ ಬರುವ ಪ್ರತಿ ಶತಕೋಟಿ ಫೋಟೋನ್‌ಗೆ (ಬೆಳಕಿನ ಕಣಗಳು) ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ನಮಗೆ ಆ ಗ್ರಹದಿಂದ ಒಂದು ಫೋಟೋನ್ ತಲುಪುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಹೊನಲು ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ (ನಕ್ಷತ್ರ) ಒಂದು ಮಿಂಚುಹುಳ (ಗ್ರಹ) ವನ್ನು ಹುಡುಕಿದಷ್ಟೆ ತ್ರಾಸದ ಕೆಲಸ ಇದು.

ಹಾಗಾಗಿ, ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್ ಮತ್ತು ಕ್ಯಾಮೆರಾದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಗ್ರಹವನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯುವುದು ಬಹಳಷ್ಟು ವೇಳೆ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾದರೆ ಇದರ ಅರ್ಥ ನಾವು ಸೌರವ್ಯೂಹದಾಚೆ ಯಾವುದೇ ಗ್ರಹವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲವೆಂದೇ? ಆದೃಷ್ಟಕ್ಕೆ ಹಾಗೇನಿಲ್ಲ! ಒಂದು ಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಆದರ ಆತಿಥೇಯ ನಕ್ಷತ್ರದ ನಡುವಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯು ನಮಗೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಪರ್ಯಾಯ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ಅದರ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಗ್ರಹ– ಇದನ್ನು ನಾವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಕ್ಷತ್ರ–ಗ್ರಹ ಮಂಡಲ ಎಂದು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯು ಪರಸ್ಪರ ಕೊಡುಕೊಳ್ಳುವಿಕೆಯ– ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಗ್ರಹವು ಕೂಡ ನಕ್ಷತ್ರದ ಮೇಲೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವನ್ನು ಬೀರುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಗ್ರಹವು ಸಾಕಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿದ್ದು, ನಕ್ಷತ್ರದ ಸಮೀಪ ಇದ್ದರೆ, ಈ ಬಲವು ನಕ್ಷತ್ರವನ್ನು ಅದರ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದ್ದಾಗಿರಬಲ್ಲದು. (**ಬಾಕ್ಸ್ 2** ನೋಡಿ).

ಇದು ನಡೆಯುವುದು ಹೀಗೆ: ಯಾವುದೇ ನಕ್ಷತ್ರ–ಗ್ರಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ, ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ಗ್ರಹಗಳು ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಟಕ್ಕಾ–ಟಿಕ್ಕಿ (see-saw) ಯ ಮೇಲೆ ಇದ್ದಾವೇನೋ ಎಂಬಂತೆ, ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ಗ್ರಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಮತೋಲನವಾಗಿರುವ ಬಿಂದುವೇ ಈ ಸಾಮಾನ್ಯ ಕೇಂದ್ರ. ಈ ಸಾಮಾನ್ಯ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇಂದ್ರ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ (**ಬಾಕ್ಸ್ 3** ನೋಡಿ). ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇಂದ್ರವು ಸರಿಯಾಗಿ ನಕ್ಷತ್ರದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲೇ ಇರಬೇಕಿಲ್ಲ, ಸ್ವಲ್ಪ ಆಚೀಚೆಗೆ ಇರಬಹುದು. ಆ ನಕ್ಷತ್ರದ ಸುತ್ತ ಅದರ ಗ್ರಹವು ಸುತ್ತುತ್ತಾ ಹೋದಂತೆ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತ ನಕ್ಷತ್ರವೂ ನಿಯತಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಆವರ್ತಕ ಚಲನೆ ನಡೆಸುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನಿಂದ ದೂರದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ನೋಡುವಾಗ ನಕ್ಷತ್ರವು ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಓಲಾಡಿದಂತೆ ಚಲಿಸುವುದು ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ನಕ್ಷತ್ರದ ಈ ಚಲನೆಯನ್ನು ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಗಮನಿಸುವ

ಬಾಕ್ಸ್ 3. ಎರಡು ಆಕಾಶಕಾಯಗಳಿರುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರ ಎಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಈ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಒಂದೇ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಎರಡು ಗೋಲಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಿ. ಈ ಎರಡು ಗೋಲಗಳನ್ನು ಒಂದು ಕೋಲಿನ ಎರಡು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದರೆ, ಈ ಎರಡು ಗೋಲಗಳ ಭಾರ ಸಮನಾಗಿ ಹಂಚಿಹೋಗುವಂತೆ ನೀವು ಕೋಲಿಗೆ ಎಲ್ಲಿ ಆಧಾರ ಕಲ್ಪಿಸುವಿರಿ? ಅದು ಕೋಲಿನ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಎರಡು ಗೋಲಗಳಿಂದ ಸಮಾನ ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರಬೇಕು ಎಂದು ನಮ್ಮ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜ್ಞಾನ ಹೇಳುತ್ತದೆ.

ಈ ಎರಡು ಗೋಲಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗೋಲವು ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕಿಂತ ಹತ್ತು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಭಾರವಾಗಿದ್ದರೆ ಏನು ಮಾಡುವುದು? ಆಗ ನೀವು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಸಮತೋಲನ ಕಾಪಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಗೋಲಕ್ಕೆ ಹತ್ತುಪಟ್ಟು ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿ ಕೋಲಿಗೆ ಆಧಾರ ಒದಗಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ನೀವು ಬೇರೆ ಎಲ್ಲೇ ಆಧಾರ ಕೊಟ್ಟರೂ, ಅವುಗಳ ರಚನೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಗಣಿತೀಯವಾಗಿ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇಂದ್ರವು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಇರುವುದು:

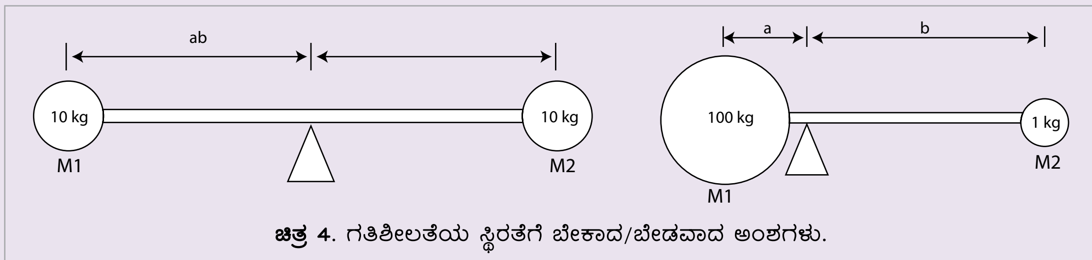
1ನೇ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ x 1ನೇ ವಸ್ತುವಿಗೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಇರುವ ಅಂತರ = 2ನೇ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ x 2ನೇ ವಸ್ತುವಿಗೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಇರುವ ಅಂತರ

$$m \times a = M \times b$$

ನಾವೀಗ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರ-ಗ್ರಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ನೋಡೋಣ. ಒಂದು ಪ್ರಾತಿನಿಧಿಕ ನಕ್ಷತ್ರ ಗ್ರಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರವು ಗ್ರಹಕ್ಕಿಂತ ಹಲವು ಸಾವಿರ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ರಚನೆಯು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರಬೇಕಾದರೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇಂದ್ರವು ಕಡಿಮೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಗ್ರಹಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ನಕ್ಷತ್ರಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ನಮಗೆ ತಿಳಿಯುವುದು ಏನೆಂದರೆ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರವು ಇರುವ ಸ್ಥಳವು ನಕ್ಷತ್ರದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಗ್ರಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗೆ ಇರುವ ಅನುಪಾತವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಅನುಪಾತವು ಹೆಚ್ಚಾದಷ್ಟು, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರವು ನಕ್ಷತ್ರಕ್ಕೆ ಸಮೀಪವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ, ಅನುಪಾತ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದರೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇಂದ್ರವು ನಕ್ಷತ್ರದ ಒಳಗೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ.

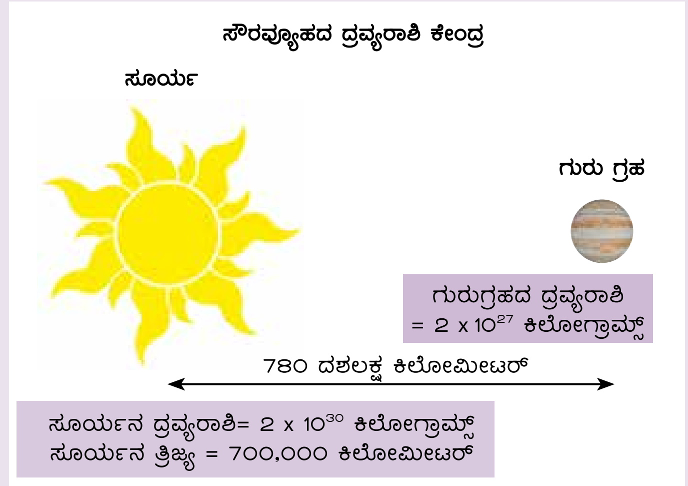
ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ಗ್ರಹಗಳು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತ ಪರಿಭ್ರಮಣೆ ಮಾಡಲಿಕ್ಕಿರುವುದರಿಂದ, ಕಡಿಮೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯು ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದು, ಹೆಚ್ಚಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ನಕ್ಷತ್ರದ ಕಕ್ಷೆ ಸಣ್ಣದಿರುತ್ತದೆ. ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಚಲನೆಯು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರಬೇಕಾದರೆ ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ಗ್ರಹವು ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲಕ್ಕೂ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವಿರುದ್ಧ ತುದಿಗಳಲ್ಲಿ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 4** ನೋಡಿ). ಇದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬೇಕಾದರೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಪರಿಭ್ರಮಣೆಯನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಲು ಅವುಗಳು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯ ಕೂಡ ಒಂದೇ ಆಗಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಗ್ರಹದ ಚಲನೆಯು ನಕ್ಷತ್ರದ ಚಲನೆಗಿಂತ ವೇಗವಾಗಿರಬೇಕು.



ಚಿತ್ರ 4. ಗತಿಶೀಲತೆಯ ಸ್ಥಿರತೆಗೆ ಬೇಕಾದ/ಬೇಡವಾದ ಅಂಶಗಳು.

ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಒಂದು ಅಂತರ-ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಕಲಿಕಾ ಪರಿಕರಕ್ಕಾಗಿ ಈ ಜಾಲತಾಣಕ್ಕೆ ಭೇಟಿಕೊಡಿ: http://astro.unl.edu/naap/esp/centerofmass.html ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಓಲಾಟವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಮತ್ತು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಅದನ್ನು ಹೇಗೆ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ ಎಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ವೀಡಿಯೋ ನೋಡಲು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಯೂಟ್ಯೂಬ್ ತಾಣಕ್ಕೆ ಭೇಟಿ ಕೊಡಿ. https://www.youtube.com/watch?v=rN7uuqLKv0I

ಸೂಚಿತ ಚಟುವಟಿಕೆ: ಯಾವುದೇ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡುವುದು ಸುಲಭ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸೌರವ್ಯೂಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರ ಎಲ್ಲಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿ. ಲೆಕ್ಕವನ್ನು ಸರಳಗೊಳಿಸಲು, ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಬೃಹತ್ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಕಾಯಗಳಾದ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಗುರು ಗ್ರಹವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಲೆಕ್ಕಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಿ. ಭೂಮಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಗುರು ಗ್ರಹವು ತುಂಬ ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದರೂ, ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ ಅದು ಸಾವಿರ ಪಾಲು ಕಡಿಮೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳದ್ದು ಹಾಗಾಗಿ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರವು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ನಾವು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿ, ಸೌರವ್ಯೂಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರ ಎಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿ.



ಮೂಲಕ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಗ್ರಹದ ಮೂಲಭೂತ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು, ಅಂದರೆ-ಅದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ನಕ್ಷತ್ರದ ಸುತ್ತ ಒಮ್ಮೆ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪರಿಭ್ರಮಿಸಲು ಅದು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯ, ನಕ್ಷತ್ರದಿಂದ ಇರುವ ಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷಾಂತರ ಇತ್ಯಾದಿಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲಿ ನೆನಪಿನಲ್ಲಿಡಬೇಕಾದ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ನಾವು ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಗ್ರಹವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ನೋಡುತ್ತಿಲ್ಲ; ಬದಲಿಗೆ ನಕ್ಷತ್ರದೊಂದಿಗೆ ನಡೆಯುವ ಆ ಗ್ರಹದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗುವ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಗಮನಿಸುವ ಮೂಲಕ ಅದರ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು ಊಹಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ.

ಈ ತಂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸಿ, 1995ರಲ್ಲಿ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದಾಚೆಗೆ, ನಮ್ಮಿಂದ 50 ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷ ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರುವ 51 ಪೆಗಾಸಿ ಎಂಬ ನಕ್ಷತ್ರದ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಗ್ರಹವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದರು. ಅಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ, ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಗ್ರಹಗಳ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವಿಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ. ನಮಗೆ ಈಗ ಸೌರವ್ಯೂಹದಾಚೆಗೆ, ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆ ನಿಹಾರಿಕೆಯ ವಿವಿಧ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಸುಮಾರು 2000ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಗ್ರಹಗಳು ಇರುವುದು ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುಪಾಲು ಗ್ರಹಗಳ ಇರುವನ್ನು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಗ್ರಹಗಳ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಓಲಾಟಗಳನ್ನು ನಾವು ಗಮನಿಸಲು ಸಮರ್ಥರಾದ್ದರಿಂದ ನಮಗೆ ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇಂದು ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಎಲ್ಲೆಡೆ ಗ್ರಹಗಳು ಹರಡಿಕೊಂಡಿವೆ ಎಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಡುತ್ತಾರೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಗ್ರಹಗಳು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ. ಈ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚುವಲ್ಲಿ ಮಾಡಬೇಕಾಗಿರುವುದು ಎಂದರೆ ಅವುಗಳನ್ನು ತುಂಬಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಅವಲೋಕಿಸುವುದಷ್ಟೆ.

ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ಬಿರುಸಿನಿಂದ ನಡೆದಿರುವ ಈ ಬಹಿರ್ಗ್ರಹಗಳ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವಿಕೆಯು ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯಾಚೆಗೆ ಜೀವಜಗತ್ತು ಇರಬಹುದಾದ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಹುರುಪು ಮತ್ತು ಭರವಸೆಯನ್ನು ಪುನಃ ಹುಟ್ಟಿಸಿದೆ.ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಷ್ಟೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿರುವುದಾದರೆ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯಂತೆ ರಕ್ಷಣಾ ವಾತಾವರಣ, ಹರಿಯುವ ನೀರು ಮತ್ತು ಸಂಕೀರ್ಣ ಬದುಕಿಗೆ ಸಹಾಯಕವಾದ ಇತರ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವಂತಹ ಒಂದು ಗ್ರಹವಾಗಿ ಇರಲಾರದೇ? ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು ಅನುಕೂಲಕರವಾಗಿದ್ದರೆ ಈ ಅನ್ಯಗ್ರಹ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಜೀವಜಗತ್ತು ಸಹಜವಾಗಿ ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲದೇ? ನಮ್ಮ ತರಹವೇ ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಇಂತಹುದೇ ಘನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಿರುವ ಚೇತನಾತ್ಮಕ ಜೀವಿಗಳು ಈ ಕೆಲವು ಅನ್ಯಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದೇ?

ಇದಕ್ಕೆ ನಮಗಿನ್ನೂ ಉತ್ತರ ಸಿಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ನಮಗೆ ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಅರ್ಥವಾಗಿದೆ, ಅದೇನೆಂದರೆ, ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದಾಚೆಗೆ ಜೀವಜಗತ್ತು ವಾಸಿಸುವ ಸಂಭಾವ್ಯತೆ ಇರುವ ಗ್ರಹಗಳು ಇವೆ. ಅದು ನಮ್ಮ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ನಮ್ಮನ್ನು ಒಂದು ಹೆಜ್ಜೆ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಕರೆದೊಯ್ಯುತ್ತದೆ.

ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪ್ರಚಂಡ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಗ್ರಹಗಳಿಂದ ನಮ್ಮ ಪಯಣವನ್ನು ನಾವು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಪ್ರಮಾಣದೆಡೆಗೆ ಬೆಳೆಸಿದರೆ ಅಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಇನ್ನೂಕೆಲವು ಬೃಹತ್ತಾದ, ಇನ್ನೂ ಅದ್ಭುತವಾದ, ಮತ್ತಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಕಾಣಸಿಗುತ್ತವೆ.

ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಬಹುದೊಡ್ಡ ಗುಂಪನ್ನು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆ (Milky Way) ಯಂತಹ ಒಂದು ನಿಹಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಕೆಲವು ನೂರು ಶತಕೋಟಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿವೆ. ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ವಿವಿಧ ಗಾತ್ರದ, ಆಕಾರದ ಮತ್ತು ಪ್ರಕಾಶದ ಲೆಕ್ಕವಿಲ್ಲದಷ್ಟು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳಿವೆ. ಒಂದೊಂದು ನಿಹಾರಿಕೆಯು ಒಂದೊಂದು ಆಕಾರವನ್ನು ಹೇಗೆ ಪಡೆದುಕೊಂಡಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ಸಮಯ ವಿನಿಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ (**ಬಾಕ್ಸ್ 4** ನೋಡಿ).

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಅಗಾಧತೆಯಲ್ಲಿ, ಕೆಲವು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಒಂಟಿಯಾಗಿ ಇದ್ದರೆ, ಹೆಚ್ಚಿನವುಗಳು ಗುಂಪುಗುಂಪಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಹಲವು ದಶಲಕ್ಷ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷಗಳ ವಿಸ್ತಾರದಲ್ಲಿ ಹಲವು ಸಾವಿರ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ನಮಗೆ ಕಿಕ್ಕಿರಿದು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ (**ಚಿತ್ರ 5** ಗಮನಿಸಿ). ಅವುಗಳು ತಮ್ಮ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಹೀಗೆ ಒಟ್ಟಾಗಿ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಈ ಸಂಗ್ರಹಗಳನ್ನು ನಿಹಾರಿಕೆ ಸಮೂಹಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಹಲವು ನಿಹಾರಿಕೆಸಮೂಹಗಳಿವೆ.

ಸಮೂಹ ಒಂದರಲ್ಲಿ ಇರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನಿಹಾರಿಕೆಯು ಅದೇ ಸಮೂಹದಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸೆಳೆತಕ್ಕೆ ಒಳಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅರ್ಥ, ಯಾವ ನಿಹಾರಿಕೆಯೂ ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿ ಇದ್ದಲ್ಲೆ ಇರುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯ ಇಲ್ಲ. ಅವುಗಳು ಅದೇ ಸಮೂಹಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಒಟ್ಟು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸೆಳೆತಕ್ಕೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಒಳಪಟ್ಟು ಅನಿಯತ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

ಕಿಕ್ಕಿರಿದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿನ ಇಂಥ ಚಲನೆಯು ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಅಹಿತಕರ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಿಗೆ ದಾರಿಮಾಡಿಕೊಡುವ ಸಂಭವ ಇರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಎರಡು ಅಥವ ಹೆಚ್ಚಿನ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಢಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯಬಹುದು. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವು ಬಹಳ ಸಲ ಅತ್ಯದ್ಭುತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸಮೂಹದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಕೊಂಡಿರುವ

ಬಾಕ್ಸ್ 4. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರಗಳು: ನಿಹಾರಿಕೆಯೊಳಗೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುವ ರೀತಿಯಿಂದಾಗಿ ಅದು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕಾರ ಪಡೆದುಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಹಲವಾರು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಆಕಾರದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳನ್ನು ವರ್ಗೀಕರಿಸಲು ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹಲವಾರು ಪ್ರಯತ್ನಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿ, ನಿಹಾರಿಕೆಗಳನ್ನು ಈ ಎರಡು ಪ್ರಮುಖ ವರ್ಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ:

a. ಸುರುಳಿ(ಅಥವಾ ಆವರ್ತ) ನಿಹಾರಿಕೆ: ಬಿಲ್ಲೆಯಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಸುರುಳಿ ಸುರುಳಿಯಾಗಿರುವ, ಆ ಬಿಲ್ಲೆಗೆ ಆವರ್ತ ಉಪಸಂರಚನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು.

- ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸುಂದರ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ಈ ಜಾಲತಾಣಕ್ಕೆ ಭೇಟಿ ಕೊಡಿ: https://www.noao.edu/image_gallery/spiral_galaxies.html

b. ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರದ (ಅಂಡಾಕಾರದ) ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು: ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಅಥವ ಗೋಳಾಕಾರದಲ್ಲಿರುವ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು. ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರದ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳಿಗೆ ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳಿಗೆ ಇರುವಂತೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳೇನೂ ಇಲ್ಲ.

- ಅವುಗಳು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಒಂದು ಚೆಂಡಿನಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಅಂಡಾಕಾರದ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಒಂದು ಚಿತ್ರ ಸಂಪುಟ ಇಲ್ಲಿ ನಿಮಗೆ ನೋಡಲು ಸಿಗುತ್ತದೆ: https://www.noao.edu/image_gallery/elliptical_galaxies.html

ಈ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಆಕಾರದ ಹೊರತಾಗಿ, ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆ ಮತ್ತು ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರದ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ನಡುವೆ ಇನ್ನೂ ಹಲವು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿವೆ. ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇನ್ನೂ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುತ್ತಲೇ ಇದ್ದಾರೆ. ಅನೇಕಾನೇಕ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೀಯ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಈ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಆಕಾರವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದಿದ್ದಾರೆ.



ಚಿತ್ರ 5. ನಮ್ಮಿಂದ ಸುಮಾರು 320 ದಶಲಕ್ಷ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ದೂರವಿರುವ ಕೋಮಾ ಸಮೂಹದ (ಕ್ಲಸ್ಟರಿನ) ಹಬಲ್ ಸ್ಪೇಸ್ ದೂರದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ತೆಗೆದ ಚಿತ್ರ ಇದು. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಕಾಣುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಉದ್ದನೆ ಬೆಳಕಿನ ಆಕಾರವು ತನ್ನೊಳಗೆ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಶತಕೋಟಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತಿರುವ ನಿಹಾರಿಕೆಯಾಗಿದೆ. ಈ ಸಮೂಹದಲ್ಲಿರುವ ನೀಹಾರಿಕೆಗಳು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಹತ್ತಿರವಾಗಿವೆ (ಖಗೋಳಿಯ ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ) ಮತ್ತು ಹಾಗಾಗಿ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

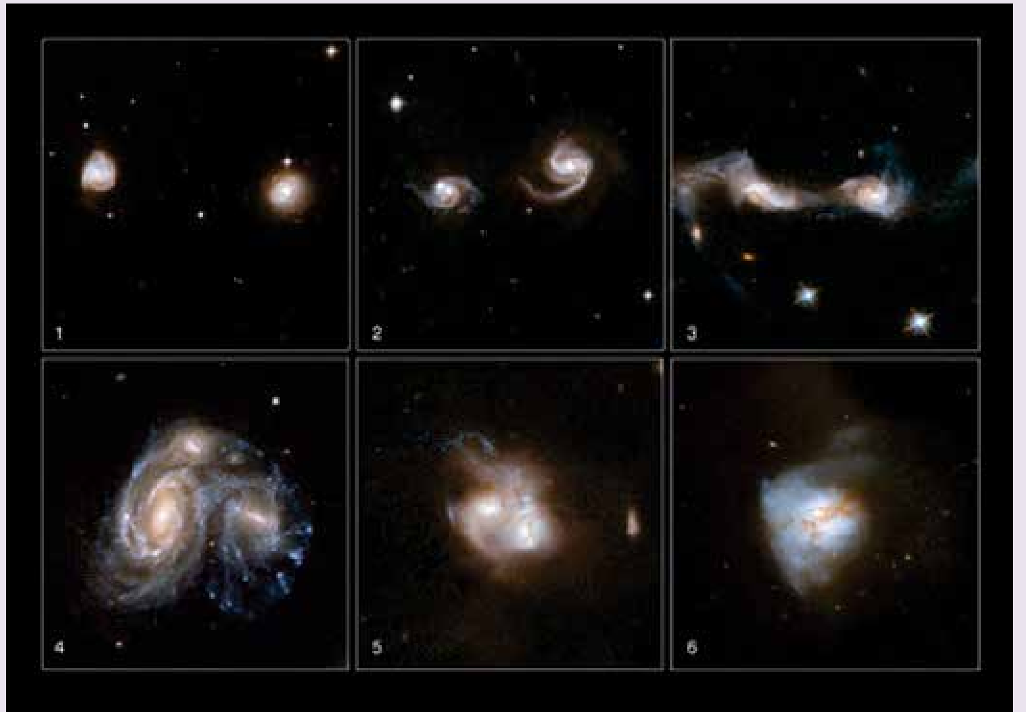
ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಹಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ (**ಬಾಕ್ಸ್ 5** ನೋಡಿ). ಈ ರೀತಿಯ ನಿಹಾರಿಕೆ-ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ನಡುವಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸರಳವಾಗಿ ಸಂಘಟ್ಟನೆ (collisions) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಸಂಘಟ್ಟನೆ ಎಂದಾಕ್ಷಣ ಯಾವುದೋ ಅತಿರಭಸದ, ಅತಿವೇಗದ ವಿದ್ಯಮಾನ ಜರುಗಿದೆ ಎಂದು ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ನಡುವಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಬಲು ನಿಧಾನವಾಗಿರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅತಿರಭಸವೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ ಸಂಘಟ್ಟನೆ ಅನ್ನುವುದು ಇಲ್ಲಿ ಅಂತಹ ಸೂಕ್ತ ಪದ ಅಲ್ಲ ಎನ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಬೃಹತ್ ರಚನೆಗಳಾಗಿದ್ದು ಅದರೊಳಗಿನ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಖಾಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಂತರಿಕ್ಷ ಇರುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸನಿಹಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ, ಈ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಢಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇಲ್ಲವೆಂದೇ ಹೇಳಬಹುದು. ಇದರ ಬದಲಾಗಿ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಸಮುದ್ರದ ಅಲೆಗಳಲ್ಲಿ ನಾವು ಕಾಣುವಂತೆ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಅಂತರನಕ್ಷತ್ರೀಯ ಅನಿಲ ಮೋಡಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಎಳೆದು, ಸೆಳೆದು ಮಾಡುವುದರಿಂದ, ಉದ್ದನೆಯ ಬಾಲಗಳು, ಹರಿವುಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಗರಿಗಳಂತಹ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತವೆ (ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯು ಯಾವುದೇ ಭೌತಿಕ ಸಂಪರ್ಕ ಇಲ್ಲದಿದ್ದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲೂ ಬೃಹತ್ ಅಂತರಗಳಲ್ಲೂ ತನ್ನ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೆನಪಿಡಿ). ಇದು ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸೆಣಸಾಟದಂತೆ, ಅಂದರೆ ಅಲೆಗಳ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿರುವ ಎರಡು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳನ್ನು ನಿಧಾನಕ್ಕೆ ಒಂದರಿಂದಿನ್ನೊಂದನ್ನು ಎಳೆದು ಬಿಡಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಈ ರೀತಿಯ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸಮ್ಮಿಳನ (mergers) ಎಂದು ಕರೆಯಲು ಇಷ್ಟಪಡುತ್ತಾರೆ. (**ಚಿತ್ರ 6**ರಲ್ಲಿ ಕಾಣುವಂತೆ). ಉಬ್ಬರವಿಳಿತದ ಬಾಲಗಳು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿರುವುದರ ಹೆಗ್ಗುರುತು.



ಚಿತ್ರ 6. ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಇರುವುದನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಬಾಲದಂತಹ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿ ನಿಹಾರಿಕೆಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಿ, ಪ್ರತಿ ನಿಹಾರಿಕೆಯಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅಂತರನಕ್ಷತ್ರೀಯ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಹೊರಸೆಳೆಯುವುದರಿಂದ ಈ ರೀತಿಯ ರಚನೆಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಅನೇಕ ಸಾವಿರ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳ ಬೃಹತ್ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಬೃಹತ್ ದೂರದ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಈ ಇಡೀ ಕ್ರಿಯೆ ಜರುಗಲು ಸಹಸ್ರಾರು ದಶಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ.
ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ: ಹಬಲ್ ಸ್ಪೇಸ್ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್

ಬಾಕ್ಸ್ 5. ಇಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪ್ಯಾನೆಲ್ ಎರಡು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿ ಇರುವುದನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ಯಾನೆಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಇರುವ ಚಿತ್ರಗಳು ಒಂದೇ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸಮೂಹದವುಗಳಲ್ಲ. ಈ ಆರು ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಗೆಲ್ಯಾಕ್ಸಿಗಳ ಚಿತ್ರಗಳ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಸಂಗ್ರಹದಿಂದ ಆಯ್ದು, ಎರಡು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಮೀಪ ಬಂದಾಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸಲು ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ವಿಲೀನಗೊಳ್ಳುವ ಮೊದಲೇ ಅವುಗಳ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗಲು ತೊಡಗುವುದನ್ನು ನಾವಿಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಅಷ್ಟು ದೂರದಿಂದಲೇ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯು ತನ್ನ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಬೀರುತ್ತಿರುವುದು (ಉಬ್ಬರವಿಳಿತದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಆಗುವಂತೆ). ಕೊನೆಯ ಪ್ಯಾನೆಲ್‌ನಲ್ಲಿ, ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಕೊಂಡಿರುವ ಎರಡು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ವಸ್ತುದ್ರವ್ಯಗಳು ಒಂದರೊಳಗೊಂದು ಮಿಳಿತಗೊಂಡು ಒಂದು ಅಸ್ಪಷ್ಟಾಕಾರದ ರಚನೆಯಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವುದು ಕಾಣಸಿಗುತ್ತದೆ. ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಈ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಒಂದು ಬೃಹತ್ತಾದ ಅಂಡವೃತ್ತಾಕಾರದ ನಿಹಾರಿಕೆಯಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ನಡುವಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು, ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಇಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತಹುದು, ನಿಧಾನಕ್ಕೆ ಸಾವಿರಾರು ದಶಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಜರುಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಾಗಿವೆ.



ಅದನ್ನು ನಿಂತು ನೋಡುವಂತಹ ಸಮಯದ ಅವಕಾಶ ನಮಗೆ ಯಾರಿಗೂ ಇಲ್ಲ. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಡೆ ಪಸರಿಸಿರುವ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸಮೂಹಗಳನ್ನು ನಾವು ಗಮನಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳು ವಿಲೀನದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಇರುವುದು ನಮಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ನಾವು ಚಿತ್ರಬಂಧವೊಂದನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬ್ರಹಾಂಡದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ ದೊರೆತ ಈ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಿ, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಈ ಅಂತರನಿಹಾರಿಕಾ ವರ್ತನೆಗಳು ಏನು ರೂಪಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಒಂದು ಕಾರ್ಯಮಾದರಿಯನ್ನು ಮತ್ತು ಸೂಪರ್ ಕಂಪ್ಯೂಟರುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ವಿಲೀನವನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಹಲವಾರು ಅದ್ಭುತ ವಿಡಿಯೋಗಳು ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣಗಳಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯ ಇವೆ. ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ:

http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2002/11/video/a/

http://www.ifa.hawaii.edu/~barnes/transform.html

https://www.youtube.com/watch?v=HP3x7TgvgR8 – ಈ ಕೊನೆಯ ವಿಡಿಯೋ ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆ ನಿಹಾರಿಕೆ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಸಮೀಪದ ಬೃಹತ್ ಆಂಡ್ರೋಮೀಡಾ ನಿಹಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ವಿಲೀನಗೊಂಡಾಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತುಂಬ ಆಕರ್ಷಣೀಯವಾಗಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

ಈ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅಗಾಧ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು. ಎರಡು ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಒಂದರೊಳಗೊಂದು ವಿಲೀನಗೊಂಡಾಗ ಒಂದು ಬೃಹತ್ತಾದ ಯಾವುದೇ ಸ್ಪಷ್ಟ (ದೀರ್ಘಾವೃತ್ತಾಕಾರದ ನಿಹಾರಿಕೆ ತರಹದ) ಉಪರಚನೆಗಳಿಲ್ಲದ ನಿಹಾರಿಕೆ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ನಾವು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಅಂಡವೃತ್ತಾಕಾರದ ನಿಹಾರಿಕೆ ಗಳು ಈ ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ವಿಲೀನಗೊಂಡಿದ್ದರಿಂದ ಉಂಟಾಗಿರಬಹುದೇ? ಪರಿವೀಕ್ಷಣಾ ಪುರಾವೆಗಳು ಇದನ್ನೇ ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಅಂತರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದರ ಮೂಲಕ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಹೇಗೆ ತಮ್ಮ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆಕಾರಗಳನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಈ ಆಕಾರಗಳು ಬೃಹತ್ ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕುರಿತು ಹೊಸ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಕಗ್ಗತ್ತಲ ಮುಖ

ನಾವೀಗ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಒಂದು ಕೊನೆಯ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ನೋಡೋಣ. ಇದು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನದ ಒಂದು ಪ್ರಸಕ್ತ ನಿಗೂಢ ರಹಸ್ಯದ ಕಥೆ ಕೂಡ. ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಬಹುಭಾಗವು ಹೊಳಪಿಲ್ಲದ, ನೆರಳು ಬೀರದ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಪದಾರ್ಥದಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಸಾಕ್ಷ್ಯವು ಲಭ್ಯವಿದೆ. ಅದು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಹೊರತಾಗಿ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಜೊತೆ ಇನ್ನ್ಯಾವ ವಿಧದಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ಏನು ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಯಾರಿಗೂ ಸ್ಪಷ್ಟ ಕಲ್ಪನೆ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಅದು ಎಲ್ಲೆಡೆ ಇದೆ ಎಂಬುದು ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಈ ನಿಗೂಢ ಅಂಗಭೂತವನ್ನು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೇಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ, ನಾವು ಹಿಂದಿನ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಿದ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸಮೂಹಗಳ ಕಡೆ ಮತ್ತೆ ಹೋಗಬೇಕು.

ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆದಿಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಫ್ರಿಟ್ಜ್ ಜ್ವಿಕಿ (**ಚಿತ್ರ 7** ನೋಡಿ) ಎಂಬ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಯು ನಿಹಾರಿಕೆ ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಯಾವ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಬಲು ಕಷ್ಟಭರಿತ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು. ಅವರ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕಾಗಿ ಜ್ವಿಕಿ ಅವರು ನಮಗೆ ಸಮೀಪದ ಒಂದು ಸಮೂಹವಾದ ಕೋಮಾ ನಿಹಾರಿಕಾ ಸಮೂಹವನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡರು (**ಚಿತ್ರ 5** ನೋಡಿ).

ಒಂದು ನಿಹಾರಿಕಾ ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ಇರುವ ಒಟ್ಟು ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಪ್ರಭಾವವು ಆ ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ಇರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನಿಹಾರಿಕೆಯು ಚಲಿಸಲು ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಜ್ವಿಕಿ ಅರಿತಿದ್ದರು. ಹಾಗಾಗಿ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಅಳೆಯುವುದರ ಮೂಲಕ, ನಿಹಾರಿಕೆ ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ಇರುವ ಎಲ್ಲಾ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಒಟ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು ಎಂದು ಅವರು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದರು.

ಜ್ವಿಕಿ ಅವರು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಪರಿವೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ಚಲನೆಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿ, ಕೋಮಾ ನಿಹಾರಿಕೆ ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ಇರುವ ಒಟ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅವರು ಅಂದಾಜಿಸಿದರು (ಇದನ್ನು ಗತಿಶೀಲ **ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ** (dynamical mass) ಎಂದು ಕೂಡ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ). ಅವರಿಗೇ ಅಚ್ಚರಿ ಹುಟ್ಟಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅವರು ಕಂಡುಕೊಂಡ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಪ್ರಮಾಣವು ಈ ಸಮೂಹದೊಳಗಿನ ಎಲ್ಲಾ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಎಲ್ಲಾ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು (ಅಂದರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಬೆಳಕನ್ನು ಸೂಸುತ್ತಿರುವ **ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ** ಅಥವಾ **ದೀಪ್ತ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ** (luminous mass) ಯನ್ನು ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಕೂಡಿಸಿದಾಗ ದೊರೆಯಬಹುದಾದ ಮೊತ್ತಕ್ಕಿಂತಲೂ ಅಧಿಕವಾಗಿತ್ತು. ಜ್ವಿಕಿ ಅವರು ಕಂಡುಕೊಂಡ ಗತಿಶೀಲ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ದೀಪ್ತ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಸುಮಾರು ಇನ್ನೂರು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ಭಾಗದಷ್ಟು ಇತ್ತು.



ಚಿತ್ರ 7. ಸ್ವಿಟ್ಜರ್ಲ್ಯಾಂಡ್ ಮೂಲದ ಅಮೇರಿಕದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಸಿದ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಯಾದ ಫ್ರಿಟ್ಜ್ ಜ್ವಿಕಿ ಅವರು ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಪ್ರಭಾವ ಸೇರಿದಂತೆ, ಹಲವಾರು ಅದ್ಭುತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಊಹನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ವೃತ್ತಿಬದುಕಿನ ಬಹುಸಮಯವನ್ನು ಅವರು ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿಯಲ್ಲಿ ಕಳೆದರು. ಅವರ ಜೀವನದ ಕಿರುಪರಿಚಯಕ್ಕಾಗಿ ನೋಡಿ: http://www.slac.stanford.edu/pubs/beamline/31/1/31-1-maurer.pdf

ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸಮೂಹದೊಳಗಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದ ಈ ಅಪಾರ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಅಚ್ಚರಿಗೀಡುಮಾಡಿತು. ಅದಕ್ಕೆ ಅವರು ಕೊಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾದ ಒಂದೇ ಒಂದು ವಿವರಣೆ ಎಂದರೆ, ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ಅಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಇರುವುದಾಗಿದ್ದರೆ, ಬಹುಶಃ ಅದು ಅದೇ ಸಮೂಹದೊಳಗಿನ ಇತರ ಎಲ್ಲ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೀಯ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಈ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಭೌತದ್ರವ್ಯವು ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊರಸೂಸದೇ ಇರಬಹುದು, ಅದು ದೂರ ದರ್ಶಕಗಳಿಗೆ ಗೋಚರ ವಾಗದಂತಹುದಾಗಿರಬಹುದು; ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ನಾವದನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇತ್ತು. ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅಗೋಚರವಾದ ಈ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ನಾವು ಈಗ 'ಕಪ್ಪುದ್ರವ್ಯ (dark matter)' ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ನಮಗೆ ಈಗ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಚಾರ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ, ಅದೇನೆಂದರೆ, ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಅತ್ಯಂತ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸಿದರೂ ಕೂಡ ಒಂದು ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ಇರುವ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಆ ಸಮೂಹದಿಂದ ಆಚೆ ಹೋಗದೆ ಆ ಸಮೂಹದೊಳಗೇ ಇರಲು ಕಾರಣ ಕೂಡ ಈ ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯ ಎಂಬುದು. ಈ ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಅಧಿಕ ಗುರುತ್ವಬಲವು ಈ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಚದುರಿಹೋಗದಂತೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಬಂಧಿಸಿಡುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವು ಕೋಮಾ ಕ್ಲಸ್ಟರ್‌ಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗಿರದೆ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಅನ್ವೇಷಿಸಿದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನಿಹಾರಿಕಾ ಸಮೂಹಕ್ಕೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ.

ಜ್ವಿಕಿಯವರು ಮಾಡಿದ ಪ್ರಥಮಾನ್ವೇಷಣೆಯಿಂದ ಮುಂದುವರಿದು, ಕಪ್ಪುದ್ರವ್ಯದ ಅಗಾಧ ವ್ಯಾಪಕತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಇನ್ನೂ ಹಲವಾರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪುರಾವೆಗಳು ಲಭ್ಯವಾಗಿವೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದು ಅವುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಹಿಡಿದಿಡುವುದು ಕೂಡ ಇದೇ ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯ. ನಾವು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ನೋಡುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕಿಂತಲೂ ಈ ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಪ್ರಮಾಣ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಎಂಬುದನ್ನು ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಅವಲೋಕನದ ಮೂಲಕ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ನಾವು ರಾತ್ರಿಯಾಗಸದತ್ತ ನಮ್ಮ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ನೆಟ್ಟಾಗ ನೆನಪಿಡಬೇಕಾದ ಅಂಶ ಎಂದರೆ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುತ್ತಿರುವ ಎಲ್ಲ ದೀಪ್ತ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು ನೀರ್ಗಲ್ಲ ಗುಡ್ಡದ ಮೇಲ್ತುದಿ ಮಾತ್ರ, ಗೋಚರವಾಗದೆ ಇರುವುದು ಇನ್ನೂ ಅಗಾಧವಾಗಿದೆ. ಇನ್ನೊಂದರ್ಥದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ದೊಡ್ಡ ಮರಕ್ಕೆ ನೇತುಹಾಕಿರುವ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲ್ಬುಗಳಂತೆ. ರಾತ್ರಿಯಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಬಲ್ಬುಗಳು ಮಾತ್ರ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ, ಆದರೆ ಮರವು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ.

ಹಾಗಾದರೆ ಈ ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯ ಎಂದರೆ ಏನು? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ನಮಗೆ ಇನ್ನೂ ಉತ್ತರ ಸಿಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಅದು ಏನಾಗಿರಬಹುದು ಎಂಬ ಬಗ್ಗೆ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇನ್ನೂ ಊಹನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಲೇ ಇದ್ದಾರೆ. ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡ ನಿಗೂಢ ರಹಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಇದೂ ಒಂದಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ನಿರಾಶರಾಗಬೇಕಿಲ್ಲ, ಏಕೆಂದರೆ ವಿಜ್ಞಾನವೆಂದರೆ ಯಾವಾಗಲು ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಶೀಘ್ರ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹುಡುಕುವುದಷ್ಟೆ ಅಲ್ಲ, ಹೊಸಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುವುದು ಕೂಡ. ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಮೂಲಕ, ನಾವು ಅನೇಕ ಹೊಸಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಮುಖಾಮುಖಿಯಾಗಿದ್ದೇವೆ ಮತ್ತು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಸುಲಭಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ನಿಜ. ಆದರೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇದರಿಂದ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಉತ್ಸಾಹಿತರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಹೊಸಹಾದಿಗಳನ್ನು ಅನಾವರಣಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ.

ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ಖಚಿತವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದಾದ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ಅದು ನಾವು, ನೀವು, ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಜಗತ್ತು ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರೋಟೋನ್, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಣಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇಲ್ಲ. ಅದು ಬಹುಶಃ ಬೇರೆಯದೇ ಆದ ಯಾವುದೋ ನಮಗರಿವಿರದ ಭೌತದ್ರವ್ಯ ಇರಬೇಕು. ಅದರಾಚೆಗೆ, ಈಗಿನ ಮಟ್ಟಿಗಂತೂ ಅದು ಒಂದು ನಿಗೂಢ ವಸ್ತುವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿದೆ. ಆದರೆ ಸಂತೋಷದ ವಿಚಾರವೆಂದರೆ, ಸಾಮಾನ್ಯ ಭೌತದ್ರವ್ಯ ದೊಂದಿಗೆ ಈ ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಗುರುತ್ವಕಾರ್ಷಣೆಯ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ, ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಅರಿವನ್ನೂ ಮೀರಿದ ಅಗಾಧವಾಗಿರುವುದು ಇನ್ನು ಏನೇನೋ ಇವೆ ಎಂಬುದು ನಮಗೆ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ.



References and useful links

1. An interactive tool that explains and demonstrates the formation of tides: http://www.pbs.org/wgbh/nova/earth/what-causes-the-tides.html.
2. An online application that simulates the working principle behind the detection of extra-solar planets: http://astro.unl.edu/naap/esp/detection.html.
3. Galaxy Collider is an interactive tool that allows you to run toy models of galaxy merges with different starting conditions: http://viz.adrian.pw/galaxy/. Clicking and dragging on a blank area starts this simulation. Understanding how this tool works may require a bit of exploring.
4. The Cosmic Cocktail – Three Parts Dark Matter, by Katherine Fresse, Princeton University Press, ISBN 978-0691153353, is a recent popular science book that describes the fascinating story behind the discovery of Dark Matter and the our recent search to understand them.
5. The Crowded Universe, by Alan Boss, Basic Books, ISBN 978-0465009367, is a popular science book on extra-solar planets and the possibility of finding other Earths.



ಆನಂದ್ ನಾರಾಯಣನ್ ಅವರು ಭಾರತೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆ (Indian Institute of Space Science and Technology) ಯಲ್ಲಿ ಖಗೋಳ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಬಾರ್ಯಾನಿಕ್ ಭೌತದ್ರವ್ಯ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಆಚೆಗೆ ಬೃಹತ್ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಪಸರಿಸಿದೆ ಎಂಬುದು ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರ. ಅವರು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಶಾಲಾ ಮತ್ತು ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ನಿಯತವಾಗಿ ಕೊಡುಗೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಬಿಡುವಿನ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ದಕ್ಷಿಣ ಭಾರತದ ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸುತ್ತಾ ಪ್ರವಾಸ ಕೈಗೊಳ್ಳುವುದು ಅವರ ಹವ್ಯಾಸ. **ಅನುವಾದಕರು**: ರೋಸಿ ಡಿಸೌಜ
ಪರಿಶೀಲನೆ: ಬಿ.ಎಂ.ಚಂದ್ರಶೇಖರ್